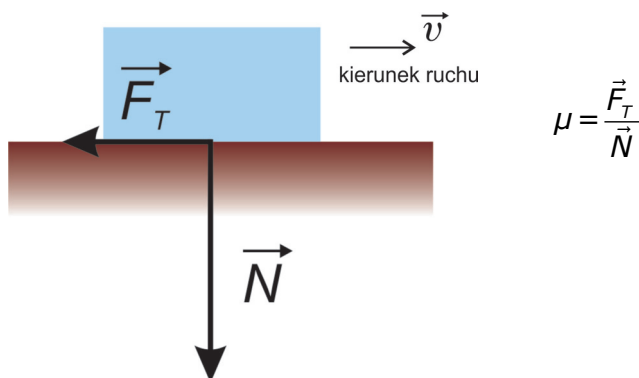


Dlaczego lód jest śliski?

Amatorzy sportów zimowych z utęsknieniem wyczekują opadów śniegu każdej zimy. I choć nikt nie lubi siarczystych mrozów, większość z nas cieszy się, gdy temperatura bliska zera pozwala na korzystanie z lodowisk na świeżym powietrzu, umożliwia lepienie śnieżek i zjeżdżanie na sankach, desce lub nartach. Ale co zrobić, kiedy temperatura w zimie utrzymuje się uporczywie nieco powyżej zera, a w poszukiwaniu śniegu trzeba wybrać się w wysokie góry? Czy śniegu i lodu nie można zastąpić jakimś innym materiałem, po którym można by się równie dobrze ślizgać? Okazuje się, że znalezienie substancji o właściwościach podobnych do lodu i śniegu jest bardzo trudne.

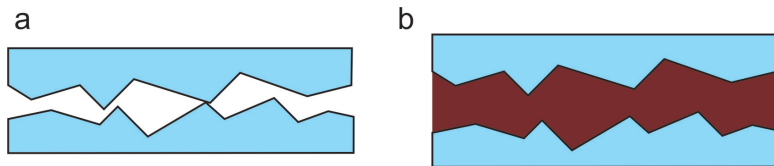
Doświadczenia życia codziennego przekonują nas, że niektóre powierzchnie wyjątkowo sprzyjają ślizganiu (np. nawoskowany i wypolerowany parkiet), podczas gdy inne nie nadają się do tego w żadnym wypadku (np. betonowa podłoga). Żeby ilościowo opisać tę właściwość różnych powierzchni podaje się tzw. *współczynnik tarcia*. Jest to stosunek wartości *siły tarcia* \vec{F}_T pomiędzy przedmiotem i powierzchnią, po której przesuwa się przedmiot do wartości *siły nacisku* \vec{N} jaką wywiera on na tę powierzchnię (rys. 1).



Rys. 1.

Współczynnik tarcia dla wielu powszechnie używanych materiałów mieści się w zakresie od około 0,3 do 0,6. Jeśli jednak przesuwane są względem siebie powierzchnie pokryte warstwą smaru, współczynnik tarcia znacznie maleje.

Dlaczego tak się dzieje? Otóż zjawisko tarcia wynika z niewielkich nierówności występujących na obu przesuwających się względem siebie powierzchniach (rys. 2a). Wyobraźmy sobie, że ciągniemy drewniane sanki po chodniku. Zarówno powierzchnia płóz jak i chodnik nie są idealnie gładkie. Mikroskopijne nierówności powierzchni płóz co chwilę natykają się na małe zagłębienia i zagłębienia powierzchni chodnika, co stanowi źródło siły tarcia, przeciwstawiającej się sile z jaką ciągniemy sanki. Nierówności powierzchni są więc odpowiedzialne za siły oporu. Jeśli jednak pokryjemy powierzchnie warstwą smaru, to wypełni on zagłębienia wyrównując tym samym powierzchnię styku dwóch materiałów, co ułatwia ich przesuwanie (rys. 2b).



Rys. 2.

W przypadku lodu i śniegu współczynnik tarcia jest około 10 razy mniejszy niż dla innych materiałów i to nawet w przypadku, gdy nie pokryjemy powierzchni płóz czy nart warstwą wosku ułatwiającego ślizganie. Dlaczego tarcie o powierzchnię lodu i śniegu jest tak małe? Powierzchnia śniegu i lodu z pewnością również obfituje w nierówności. Czyżby więc chodziło tu o jakiś specjalny „smar”? Okazuje się, że tak!

Pod wpływem tarcia przesuwające się powierzchnie ulegają rozgrzaniu (wszyscy znamy i wykorzystujemy ten efekt rozgrzewając sobie ręce przez ich pocieranie). W przypadku jazdy po śniegu lub lodzie o temperaturze nie zbyt odległej od 0°C wydzielone na skutek tarcia ciepło wystarcza do stopienia warstwy lodu lub śniegu. Powstała w ten sposób cienka warstwa ciekłej wody spełnia rolę „smaru”, znacznie ułatwiając ślizganie.

Oczywiście im więcej wody pod nartami, tym mniejsze opory ruchu. Jednak ciepło wydzielone w procesie tarcia zostaje zużyte zarówno do stopienia warstwy śniegu jak i do rozgrzania nart. Aby większość ciepła została zużyta na stopnienie śniegu, narty i płozy powinny być wykonane z materiału, który źle przewodzi ciepło.

Warto przy okazji wspomnieć, że współczynnik tarcia dla lodu i śniegu rośnie wraz ze spadkiem temperatury i osiąga wartość około 0,1 w temperaturze -40°C . Oznacza to na przykład, że w warunkach polarnych ciągnięcie sań po śniegu może okazać się dużo trudniejsze niż w czasie ich testowania w temperaturach bliższych zeru.

Lodowe opady i osady

Oprócz pięknych lodowych płatków śniegu woda w stanie stałym występuje również w formie bryłek, piór lub igiełek. Wszystko zależy od konkretnych warunków, w jakich dochodzi do przejścia wody w stan stały.

Grad – opad atmosferyczny w postaci bryłek lodu (gradzin) o warstwowej budowie. Gradziny powstają wewnątrz bardzo rozbudowanych chmur burzowych, które zawierają duże ilości ciekłej wody. W obszarze takiej mocno rozbudowanej chmury mogą występować silne prądy powietrza unoszące kropelki wody ku górze. Jeśli duża część chmury ma temperaturę poniżej zera, to przemieszczające się kropelki wody docierające do tego obszaru zamarzają. Początkowo powstałe w ten sposób kryształki lodu są niewielkie, lecz w miarę ich wędrowki w górę chmury na ich powierzchni gromadzi się coraz więcej lodu. Jeśli gradzina przemieszcza się przez obszar zawierający dużą ilość pary wodnej, to następuje resublimacja i na jej powierzchni powstaje warstwa mętnego lodu. Jeśli natomiast bryłka dostaje się w obszar obfity w kropelki ciekłej wody to, zamarzając, tworzą one przeźroczystą warstewkę. Dzięki temu niektóre gradziny mają wyraźną warstwową budowę. Grad może też występować w postaci wielu mniejszych zlepionych razem bryłek lodu. W miarę zwiększania się rozmiarów bryłki rośnie również jej ciężar. Gdy siła wstępującego prądu

powietrza nie wystarcza już by unieść gradzinę, zaczyna ona opadać. Podczas wędrówki w dół na jej powierzchni gromadzą się kolejne warstwy lodu, dopóki nie dotrze ona do obszarów o temperaturze wyższej niż 0°C .



Szadź – osad atmosferyczny tworzący się na skutek zamarzania przechłodzonych kropelek wody tworzących mgłę lub chmurę. Szadź osadza się po wewnętrznej stronie przedmiotów i ma postać pozlepianych gęsto kryształków lodu.



Szron – osad atmosferyczny powstający na skutek resublimacji pary wodnej w kontakcie z podłożem o temperaturze poniżej 0°C . Szron ma postać kryształków lub igiełek.

